บทความพิเศษ

ธนัย อนันต์วัฒนาวิทย์

ปัญหา Y2K ในเครื่องคอมพิวเตอร์ระดับพีซี

งานแก้ปัญหา Y2K ในเครื่องพีซีไม่ใช่เรื่องง่าย ๆ แต่เป็นงานที่ต้องใช้เวลา สำหรับท่านที่ยังไม่ได้เริ่มต้น ขอให้เริ่มเสียแต่วันนี้

ปัญหาปี ค.ศ. 2000 กำลังวิ่งเข้ามาหาพวกเราชาวคอมพิวเตอร์อยู่ทุกขณะ ทุกคนที่ใช้คอมพิวเตอร์จะต้องเผชิญกับปัญหา Y2K นี้อย่างแน่นอน ไม่เว้นแม้แต่เครื่องเล็ก ๆ ระดับพีซีที่มีใช้กันอยู่ทั่วไป

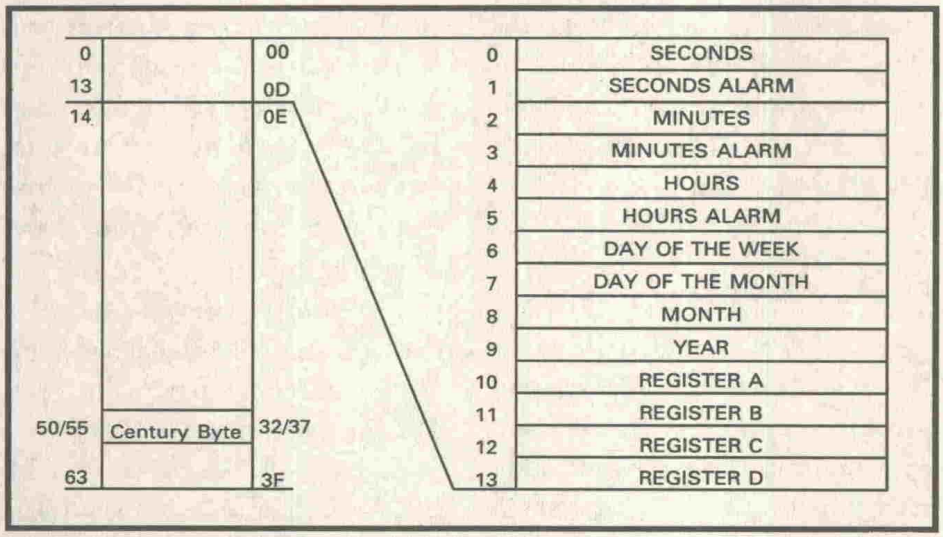
แต่เริ่มเดิมทีนั้นปัญหา Y2K มักพูดกันในระดับเมนเฟรมหรือมินิ เพราะคนมักคิดว่าปัญหา Y2K จะเกิดกับภาษาประเภท COBOL แต่ช่วงหลังมานี่เริ่มมีการพูดถึงปัญหา Y2K ของเครื่องพีซีกันมากขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งปัญหาในเรื่อง RTC และ BIOS

จุดปัญหาของพีซี คือนาฬิกา (และปฏิทิน) ของเครื่อง เมื่อเดินจากวันที่ 31 ธันวาคม ค.ศ. 1999 แทนที่จะเข้าวันที่ 1 มกราคม ค.ศ. 2000 กลับปรากฏว่ากลายเป็นวันที่ 4 มกราคม ค.ศ. 1980 แทน

นาฬิกาของพีซีอยู่ใน RTC

พีซีในรุ่นแรกสุด คือ IBM PC และ IBM XT เป็นพีซีที่ไม่มีนาฬิกาอ้างอิงหรือปฏิทินใด ๆ ในเครื่องเลย ทุกครั้งที่เปิดใช้งานเครื่อง DOS ก็จะถามวันเวลาจากผู้ใช้เสมอ ซึ่งไม่สะดวกสำหรับผู้ใช้ ต่อมาเมื่อมีการออกเครื่องรุ่นใหม่เป็น IBM AT หรือเครื่อง 80286 วิศวกรของ IBM จึงเพิ่มชิปนาฬิกาพร้อมปฏิทินให้ไว้ในฮาร์ดแวร์โดยใช้ชิป MC146818 จากนั้นเป็นต้นมาพีซีทุกเครื่องตั้งแต่ 286, 386, 486 และเพนเทียม จึงมี MC146818 หรือชิปอื่นที่ทำงานเทียบเท่าอยู่ภายในเครื่องมาโดยตลอด

ชิป MC146818 มีลักษณะเฉพาะดังนี้



รูปที่ 1 แสดงถึงตำแหน่งต่าง ๆ ของ CMOS RAM ภายใน RTC MC146818

ค่าใน CMOS RAM ในส่วนของเวลาและวันที่							
	CENTURY	YEAR	MONTH	DAY	HOURS	MINUTES	SECONDS
แอดเดรสใน CMOS RAM	32h หรือ 37h	09h	08h	07h	04h	02h	00h
ก่อนผ่านปี 2000	19	99	12	31	23	59	59
เมื่อผ่านปี 2000 ที่ควรจะเป็น	20	00	01	01	00	00	00
เมื่อผ่านปี 2000 ที่เป็นจริง ๆ ใน RTC	19	00	01	01	00	00	00

ตารางที่ 1 แสดงค่าต่าง ๆ ใน CMOS RAM ในขณะก่อนและหลังผ่านปี ค.ศ. 2000 และปัญหาที่เกิด

1. มีนาฬิกาพร้อมปฏิทิน 100 ปีอยู่ภายใน ซึ่งสามารถชดเชยปีอธิกสุรทินที่มี 366 วันได้ แต่เฉพาะกรณีเลขปีที่หารด้วย 4 ลงตัวเท่านั้น

2. มีหน่วยความจำ CMOS RAM ขนาด 64 ไบต์ สำหรับใช้งาน โดย 10 ไบต์แรกเป็นที่เก็บของนาฬิกาและปฏิทิน (นับขึ้นไปเรื่อย ๆ โดยตัว RTC เองเป็นผู้ควบคุม) 4 ไบต์ถัดมาเป็นรีจิสเตอร์สำหรับควบคุมการทำงานของ RTC และที่เหลืออีก 50 ไบต์ เป็นที่ว่างสามารถใช้เก็บข้อมูลอะไรก็ได้

3. ชิปตัวนี้ต้องการแหล่งจ่ายไฟจ่ายอยู่ตลอดเวลา เพื่อให้นาฬิกาสามารถเดินอยู่ตลอด และข้อมูลใน CMOS RAM ไม่สูญหาย เมื่อนาฬิกานับเวลาได้ 1 ติ๊ก หรือ 1 วินาที ก็จะมีการแก้ไขค่าใน CMOS RAM 10 ไบต์แรกให้ถูกต้องทุกครั้ง

เมื่อผู้ออกแบบฮาร์ดแวร์นำ MC146818 มาใช้งานเป็นนาฬิกาของเครื่อง AT แล้ว RAM ที่เหลืออีก 50 ไบต์ก็ถูกนำมาใช้เป็นที่เก็บข้อมูล Config แทน DIP Switch ไปด้วยเลย เรียกว่าเป็น CMOS RAM Config เวลาจะแก้ไขค่าที่ตั้งไว้ ก็จะต้องเข้าโปรแกรม "CMOS RAM Setup" ซึ่งมาถึงปัจจุบันนี้มักเรียกกันสั้น ๆ ว่า "CMOS Setup" เพื่อแก้ค่าตัวเลขใน CMOS RAM ของ MC146818 นั่นเอง

จากโครงสร้างของ MC146818 จะเห็นว่านาฬิกาและปฏิทินของ RTC ตัวนี้เป็นปฏิทินแบบร้อยปีเท่านั้น คือมี "ที่เก็บ" ค่าของปีแค่ 1 ไบต์ (แอดเดรส 9 ของ CMOS RAM) โดยเลขที่เก็บจะเป็นรูปแบบ Packed BCD คือ 1 ไบต์เก็บตัวเลขได้ 2 ตัว ดังนั้นค่าของปีจึงเป็นได้แค่ 00 ถึง 99 เท่านั้น ไม่สามารถเก็บตัวเลขปี ค.ศ. ทั้ง 4 หลักได้ เวลาผู้พัฒนาจะนำไปใช้งานจึงจะต้องรู้เองว่าเลขปี 2 หลักแรกคือเลขอะไร และโดยมากก็จะใช้เลขศตวรรษในขณะนั้นเป็นเลข 2 หลักหน้า เช่นขณะนี้เป็นปี 1998 เลขศตวรรษเป็น 19 ถ้าอ่านค่าใน RTC ได้ 98 ก็ต้องถือว่าเป็นปี 1998 ไปโดยอัตโนมัติ

ในการนำไปใช้งานในเครื่องพีซีก็เช่นกัน ผู้ออกแบบพีซีก็คำนึงถึงเรื่องนี้ แถมคิดเผื่อไปด้วยว่าน่าจะเก็บเลข 19 (เลขศตวรรษ) ไว้ใน CMOS RAM ด้วยเลย เพื่อที่เวลาคนอื่นจะเอาค่าปีไปใช้งาน จะได้อ่านเลขได้ครบทั้ง 4 หลัก ผู้ออกแบบจึงได้จองที่ 1 ไบต์ไว้ใน CMOS RAM ที่แอดเดรส 32h เรียกว่า Century Byte เพื่อเก็บตัวเลข 19 ไว้ให้

ดังนั้นผู้ที่ต้องการจะรู้วันที่ของ RTC ก็จะสามารถอ่านข้อมูลไบต์ที่ 7 (วันที่), 8 (เดือน), 9 (2 หลักหลังของปี) และ 32h (2 หลักหน้าของปี) มารวมเป็นข้อมูลวันเดือนปีได้ทันที

ในยุคหลังถัดมา เมื่อมีการออกแบบเครื่อง PS/2 ได้มีการย้ายตำแหน่งของ Century Byte ไปเล็กน้อยจาก 32h เป็น 37h แต่มีใช้กันไม่มากนัก

ปัญหาของ RTC MC146818

การออกแบบเครื่อง AT ในครั้งนั้นได้กลายเป็นแม่แบบของเครื่องพีซีทุกเครื่องในปัจจุบัน เรียกได้ว่า RTC และ BIOS ที่เกี่ยวข้องกับ RTC ของพีซีทุกเครื่องที่เราใช้กันอยู่ในทุกวันนี้ล้วนแต่มีโครงสร้างหรือรากฐานมาจากจุดเดียวกันทั้งสิ้น

จากการออกแบบข้างต้นทำให้เกิดปัญหาที่ผู้ออกแบบอาจไม่ได้คำนึงถึง (หรืออาจจะคิดไว้แล้ว แต่ไม่ได้แก้ไขให้) อยู่ 2 จุด คือ

1. เมื่อนาฬิกาใน RTC เดินครบวินาที เลขวินาทีจะวนกลับจาก 59 เป็น 00 และมีการทดเลขไปยังนาที จากนาทีไปเป็นชั่วโมง จนจากเดือนไปทดหรือเพิ่มเลขปี แต่เมื่อครบปี จากปี 99 วนเป็น 00 กลับไม่มีการทดเลขไปยัง Century Byte ทั้งนี้เป็นเพราะ Century Byte เป็นแอดเดรสต่างหากที่ผู้พัฒนาเครื่องพีซีกำหนดขึ้นมาเอง ตัว RTC ไม่รับรู้ด้วยและไม่สามารถควบคุมได้ ดังนั้นเมื่อ RTC เดินจากเวลา 23:59:59 น. ของวันที่ 31 ธันวาคม ค.ศ. 1999 ไปเป็นเวลา 00:00:00 น. ของวันที่ 1 มกราคม ค.ศ. 2000 ค่าของวินาที นาที ชั่วโมง วันที่ เดือน และ 2 หลักหลังของปี จะถูกนับไปอย่างถูกต้อง แต่เลขศตวรรษจะไม่ถูกทดขึ้นจาก 19 เป็น 20 และจะคงค่าเป็น 19 เหมือนเดิม ซึ่งจะได้วันเวลาเป็น 00:00:00 น. วันที่ 1 มกราคม ค.ศ. 1900

2. เนื่องจาก MC146818 เป็นปฏิทินแบบ 100 ปี และไม่มีการเก็บเลขศตวรรษไว้ในตัวเอง ทำให้ตัว RTC ไม่สามารถใช้กฎการชดเชยวันของปีอธิกสุรทินได้ครบ เพราะกฎของปีอธิกสุรทินมีว่า ทุกปีที่หารด้วยสี่ลงตัว ให้ปีนั้นมี 366 วัน ยกเว้นปีที่หารด้วย 100 ลงตัว (คือเลข 2 หลักท้ายเป็นเลข 00) ให้มี 365 วัน แต่ถ้าปีที่หารด้วย 100 ลงตัวนั้นหารด้วย 400 ลงตัวด้วย ก็ให้มี 366 วัน ข้อยกเว้นหลังสุดนี้ต้องใช้ข้อมูลของเลข 2 หลักหน้า (เลขศตวรรษ) ด้วยจึงจะคำนวณได้ แต่ RTC ตัวนี้ไม่รู้จักเลขศตวรรษจึงทำไม่ได้ และจากการตรวจสอบก็พบว่า RTC ตัวนี้ ปฏิบัติตามกฎการหารด้วยสี่ลงตัวเท่านั้น ไม่ได้ทำตามข้อยกเว้นเรื่องปีที่หารด้วยร้อยและสี่ร้อยลงตัวเลย ดังนั้นหากนำ RTC ตัวนี้ไปใช้ในปีที่ตรงกับข้อยกเว้น น่าจะเกิดปัญหาได้

แต่โชคดีที่ปัญหาไม่เกิด (อย่างน้อยในช่วงอายุของเรา) เพราะปีที่จะเป็นปัญหาที่ใกล้ที่สุด 3 ปี คือ ปี 1900 (หารด้วยร้อยลงตัว) 2000 (หารด้วยสี่ร้อยลงตัว) และ 2100 (หารด้วยร้อยลงตัว) นั้น ตัดปี 1900 กับ 2100 ทิ้งได้เลยเพราะห่างเกินไป ส่วนปี 2000 บังเอิญเป็นปีที่หารด้วยสี่ร้อยลงตัว ทำให้มี 366 วัน เหมือนกับปีที่หารด้วยสี่ลงตัวจึงไม่มีปัญหา ทำให้ RTC ตัวนี้ใช้งานตลอดช่วงปี 1901 ถึง 2099 ได้โดยไม่ผิดพลาด

RTC ในวันนี้

ในปัจจุบันมีการใช้ RTC MC146818 ใน 3 รูปแบบ แบบแรกเป็นไอซี MC146818 หรือเบอร์เทียบเท่าและใช้แบตเตอรีภายนอก แบบที่สองเป็นโมดูลที่ภายในมีชิป MC146818 รวมกับแบตเตอรี รูปร่างจะเป็นกล่องพลาสติกสีดำ กว้างยาวเท่ากับไอซีธรรมดา แต่จะหนา (สูง) กว่าไอซีปกติ ปกติจะเป็นของบริษัท Dallas แบบที่สามเป็นวงจรย่อยที่ถูกรวมอยู่ในชิปเซตของเมนบอร์ด ไม่ได้แยกออกมาเป็นไอซีต่างหาก โดยแบบที่สามนี้ต้องมีแบตเตอรีอยู่ภายนอก

ทั้งนี้ไม่ว่าจะเป็นรูปแบบใด การทำงานต่าง ๆ ของ RTC ยังคงเหมือนกับ MC146818 ทุกประการ ดังนั้นพีซีทุกเครื่องจึงมีปัญหาในเรื่อง RTC เหมือนกันหมด แม้ว่าจะใช้ RTC ต่างแบบกัน

ส่วน RTC ยุคใหม่ที่มีตัวนับเลขศตวรรษ (นับปีครบ 4 หลัก) ขณะนี้มีแล้วเป็นของ Dallas ซึ่งมีใน 2 รูปแบบ แบบแรกเป็นตัวที่ออกมาก่อนตั้งแต่ปี 1992 คือตระกูล DS1687 โดย Dallas ได้เพิ่ม Century Byte ไว้ใน RAM อีกตำแหน่งหนึ่งที่ไม่ตรงกับมาตรฐานของเครื่อง AT และเพิ่มกระบวนการทดเลขจากเลขปีให้มากระทบเลขใน Century Byte ด้วย แต่ปรากฏว่าไม่มีคนนำ DS1687 ไปใช้งาน เพราะตำแหน่งของ Century Byte ไม่ตรงกับมาตรฐาน RTC ที่เป็นแบบ 4 หลัก แบบที่สองของ Dallas คือ DS12C887 ซึ่งเพิ่งผลิตออกมาเมื่อปี 1997 นี่เอง ชิปตัวนี้เป็นโมดูล RTC แบบที่มีแบตเตอรีในตัวและมี Century Byte ที่ตำแหน่ง 32h ตรงตามมาตรฐาน IBM AT พอดี ทำให้สามารถนำไปเสียบแทนโมดูล RTC ได้ทันที (ไม่ต้องแก้ BIOS ใด ๆ ทั้งสิ้น)

ดังนั้นหากเมนบอร์ดของใครที่ใช้ RTC แบบโมดูล ให้ถอดโมดูลเดิมออก แล้วเอา DS12C887 ใส่แทน จะหมดปัญหาเรื่อง Y2K ของ RTC ทันที

แต่เหมือน Dallas จะโชคร้าย กว่าที่ Dallas จะออกโมดูล DS12C887 ออกมา ผู้ผลิตเมนบอร์ดต่างเลิกการใช้โมดูล RTC กันหมดแล้ว หันไปผลิตเมนบอร์ดโดยใช้ RTC ที่อยู่ในชิปเซตแทน เพราะหนึ่งราคาถูกกว่าเหมือนได้เปล่า เพราะมีอยู่ในชิปเซตที่ต้องใช้อยู่แล้ว สองไม่มีทางเลือก เพราะชิปเซตในปัจจุบันของเพนเทียม เพนเทียม 2 ล้วนแต่ไม่ได้ออกแบบให้ใช้ RTC ภายนอก ดังนั้นจึงไม่มีใครผลิตพีซีที่ไม่มีปัญหา Y2K ได้เลย

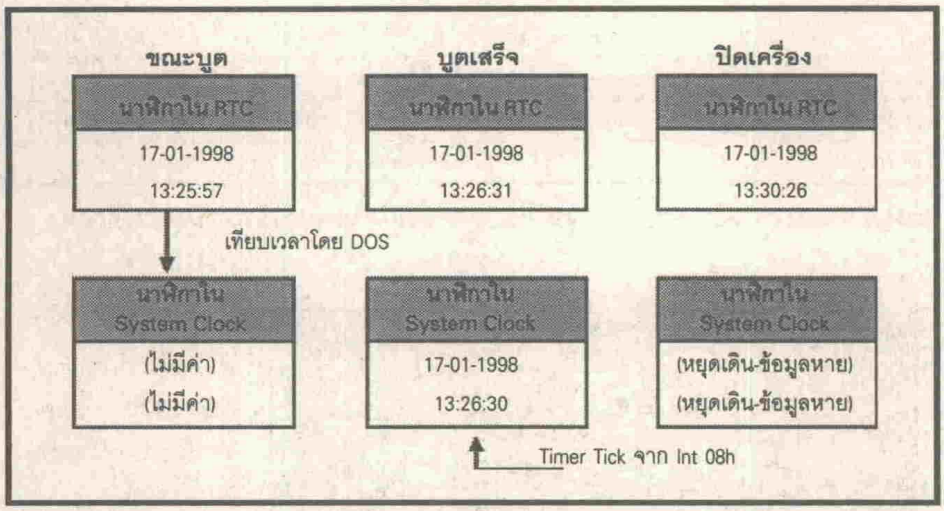
การทำงานของ BIOS

BIOS ของพีซีทุกเครื่องจะมีการทำงานกับ RTC ในรูปแบบที่เหมือนกัน คือจะทำงานผ่านอินเตอร์รัพต์ 1Ah ด้วยฟังก์ชันต่าง ๆ ตั้งแต่ 00h ถึง 0Bh แต่ที่เกี่ยวข้องโดยตรงจะมีฟังก์ชัน 02h, 03h, 04h และ 05h ดังตารางที่ 2

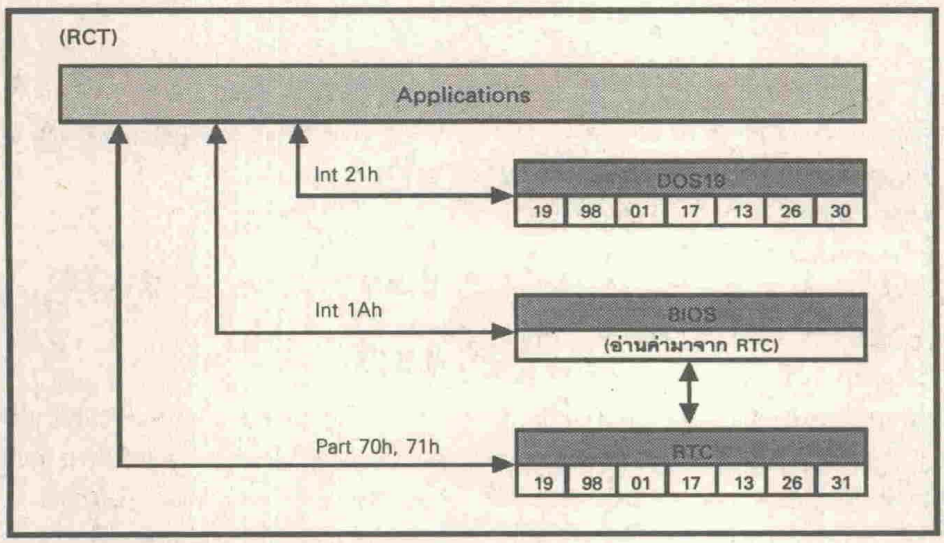
จะเห็นว่า BIOS ไม่ได้แก้ค่าหรือทำงานอะไรนอกเหนือไปจากการอ่าน-เขียน CMOS RAM เลย ดังนั้นหาก RTC เดินถูก BIOS ก็จะอ่านค่าได้ถูก หาก RTC เดินผิด BIOS ก็จะอ่านค่าได้ผิด

ตารางที่ 2

ฟังก์ชัน	การทำงาน
02h	อ่านเวลาจาก CMOS RAM (ตำแหน่ง 00h, 02h และ 04h)
03h	ตั้งเวลาให้ CMOS RAM (ตำแหน่ง 00h, 02h และ 04h)
04h	อ่านวันเดือนปีจาก CMOS (ตำแหน่ง 07h, 08h, 09h และ 32h)
05h	ตั้งวันเดือนปีให้ CMOS RAM (ตำแหน่ง 07h, 08h, 09h และ 32h)



รูปที่ 2 แสดงกลไกการทำงานของ System Clock ซึ่งเป็นนาฬิกาแบบซอฟต์แวร์ของ DOS



รูปที่ 3 แสดงวิธีในการขอวันเวลาจาก DOS, BIOS และ RTC

System Clock คือนาฬิกาของ OS

ในสมัยที่เครื่อง IBM PC ยังไม่มีชิป RTC ผู้ออกแบบ DOS ได้สร้างนาฬิกาขึ้นมา 1 เรือน เรียกว่า System Clock ซึ่งภายในจะประกอบด้วย System Date และ System Time

นาฬิกาเรือนนี้จะถูกตั้งใหม่ทุกครั้งที่ DOS เริ่มทำงาน โดยในสมัยแรกจะถามผู้ใช้จากหน้าจอทันทีที่บูต DOS เสร็จ โดยจะถามทั้งวันเดือนปีและเวลา หากเป็นพีซียุคปัจจุบัน DOS จะถามเวลาจาก RTC ผ่าน BIOS หลังจากนั้นเมื่อตั้งเวลาเสร็จ System Clock ของ DOS ก็จะเดินต่อไปเองโดยอาศัยฐานเวลา Timer Tick จากอินเตอร์รัพต์ 08h ซึ่งเกิด 18.2 ครั้งต่อวินาที

จะเห็นว่า เมื่อ DOS บูตเสร็จแล้วในเครื่องพีซีจะมีนาฬิกาอยู่ 2 เรือนที่ต่างคนต่างเดิน คือนาฬิกาของ RTC ซึ่งเดินอยู่ตลอดเวลา แม้ว่าจะปิดเครื่องคอมพิวเตอร์ไปแล้วก็ตาม กับนาฬิกาของ System Clock ซึ่งจะเดินเฉพาะเมื่อบูต DOS เสร็จแล้ว และยังไม่ปิดเครื่องเท่านั้น นาฬิกา 2 เรือนนี้อาจเดินไม่ตรงกันได้บ้างเป็นเศษวินาที เพราะต่างคนต่างเดิน แต่จะไม่ผิดไปจากกันมากนัก

ลักษณะเฉพาะอย่างหนึ่งของ System Date คือขณะที่ DOS บูต หากสอบถามวันที่จาก RTC แล้วพบว่าปี ค.ศ. น้อยกว่าปี 1980 DOS จะตั้ง System Date เป็นวันที่ 4 มกราคม ค.ศ. 1980 เสมอ ทั้งนี้เป็นเพราะ DOS จะ Support วันที่ได้เฉพาะในช่วงปี 1980 ถึงปี 2099 เท่านั้น

นาฬิกา 3 เรือนของพีซี และการอ่านเวลา

ได้กล่าวถึงนาฬิกาของเครื่องพีซีมาแล้ว 2 เรือน คือ RTC และ System Clock แต่ในบางครั้งมีผู้สมมตินาฬิกาขึ้นมาใหม่อีก 1 เรือน เรียกว่า BIOS Clock โดยตั้งใจจะให้หมายถึงวันเวลาที่ตอบออกมาเมื่อมีการถามผ่าน BIOS (อินเตอร์รัพต์ 1Ah) ตามปกตินาฬิกาของ BIOS ย่อมต้องเหมือนกับนาฬิกาของ RTC ทุกประการ แต่มีบางกรณีที่ไม่เป็นตามนี้

โดยสรุปขณะนี้เรามีนาฬิกาสำหรับพีซีอยู่สามเรือน

เรือนแรกเรียกว่า นาฬิกาของ RTC

เรือนที่สองเรียกว่า นาฬิกาของ BIOS

เรือนที่สามเรียกว่า นาฬิกาของ DOS หรือ System Clock

หากอยากดูว่านาฬิกา 3 เรือนนี้เดินอย่างไร ให้ลองหาโปรแกรมที่ชื่อ RDCV2000.EXE ซึ่งเป็นโปรแกรมของบริษัท อาร์ แอนด์ ดี คอมพิวเตอร์ ซิสเท็ม จำกัด (ดาวน์โหลดจาก www.rd-comp.co.th) มาเรียกใช้งานดู จะเห็นภาพได้ชัดเจนขึ้น

โปรแกรมประยุกต์ทั่วไปจะสอบถามหรือหาเวลา/วันที่ได้โดยการอ่านหรือถามเวลากับนาฬิกาเรือนใดเรือนหนึ่งก็ได้ แต่โดยปกติจะใช้วิธีสอบถามไปยัง DOS โดยใช้ Int 21h ซึ่งจะได้วันเวลาของ System Clock ไปเสมอ (ไม่ใช่วันเวลาของ RTC)

สำนักบรรณสารการพัฒนา
Library and Information Center NIDA

แต่ในบางโปรแกรมอาจอ่านวันที่และเวลาโดยถามผ่านทาง BIOS (Int 1Ah) ซึ่ง BIOS ก็จะไปอ่านจาก RTC มาให้อีกต่อหนึ่ง

และมีโปรแกรมเพียงส่วนน้อยเท่านั้นที่จะอ่านวันที่และเวลาจาก RTC โดยตรง ซึ่งสามารถทำได้โดยการอินพุต-เอาต์พุตทางพอร์ตหมายเลข 70h และ 71h

เข้าปัญหา Y2K

ปัญหา Y2K ของ RTC เริ่มตรงจุดที่ RTC ของเครื่องพีซีทำงานได้ไม่ถูกต้องเมื่อมีการเดินของนาฬิกาผ่านเที่ยงคืนของวันที่ 31 ธันวาคม ค.ศ. 1999 แทนที่วินาทีถัดไปจะเป็นวันที่ 1 มกราคม ค.ศ. 2000 นาฬิกาของ RTC จะเป็นวันที่ 1 มกราคม ค.ศ. 1900 เรียกว่ามีปัญหาการข้ามผ่านเข้าสู่ปี 2000 (Roll over failed)

แต่นาฬิกาของ DOS คือ System Date จะยังเดินถูกต้องอยู่ เพราะเป็นนาฬิกาคนละเรือนกัน

การทดสอบทำได้ดังนี้

1. ตั้งวันที่และเวลาของพีซีให้ใกล้เที่ยงคืนของวันที่ 31 ธันวาคม 1999 โดยสั่งที่ DOS

DATE 12-31-1999

TIME 23:59:45

แต่เวลาที่ตั้งควรห่างจากเวลาเที่ยงคืนไม่น้อยกว่า 5 วินาที

2. หากมีโปรแกรม RDCV2000 ให้เรียกโปรแกรมขึ้นมาเพื่อดูเวลา หากไม่มีให้รอจนกว่าผ่านข้ามเที่ยงคืน แล้วเรียกคำสั่ง DATE

จะเห็นว่าวันที่ของ DOS (จากคำสั่ง DATE หรือจากหน้าจอของ RDCV2000) จะเป็นวันที่ 1 มกราคม ค.ศ. 2000 อย่างถูกต้อง แต่ภายในแล้วนาฬิกาของ RTC จะผิดเป็นปี 1900 และหากมีการถามวันที่ผ่าน BIOS ก็จะผิดเช่นกัน เพราะนาฬิกาของ BIOS ที่จริงแล้วก็อ่านมาจาก RTC นั่นเอง

	ก่อนผ่านปี 2000	หลังผ่านปี 2000	เมื่อบูตเครื่องใหม่
ค่าภายในนาฬิกาของ DOS	1999/12/31 23:59:59	2000/01/01 00:00:00	1980/01/04 00:01:52
ค่าภายในนาฬิกาของ BIOS	1999/12/31 23:59:59	1900/01/01 00:00:00	1900/01/01 00:01:52
ค่าภายในนาฬิกาของ RTC	1999/12/31 23:59:59	1900/01/01 00:00:00	1900/01/01 00:01:52

ตารางที่ 3 แสดงวันเวลาของ DOS, BIOS และ RTC กรณีมีปัญหาการข้ามผ่านเข้าสู่ปี 2000

```
*** CLOCK VIEWER 2000 ***
Days to year 2000 is 0 days
01-01-2000  < DOS  >  00:00:00.38
01-01-1900  < BIOS >  00:00:01
01-01-1900  < RTC  >  00:00:01
R&D Computer System Co., Ltd.
```

รูปที่ 4 หน้าจอของโปรแกรม RDCV2000 หลักจากเกิดปัญหาการข้ามผ่านเข้าสู่ปี 2000

ผลของ RTC ที่เดินผิดนี้จะไม่ปรากฏจนกว่าผู้ใช้จะมีการรีเซตหรือปิดเปิดเครื่องพีซี ซึ่งภายหลังจากบูตเครื่องใหม่ DOS จะมีการเทียบนาฬิกาเพื่อตั้งค่า System Clock จาก RTC เหมือนเช่นทุก ๆ ครั้ง เช่นจากการทดสอบข้างต้น หากปิดพีซีแล้วเปิดใหม่ เมื่อสั่ง DATE (หรือใช้ RDCV2000 ดู) จะพบว่าวันที่ของ DOS จะกลายเป็น 4 มกราคม ค.ศ. 1980 ทันที เพราะขณะที่เทียบเวลา DOS เห็นว่า RTC มีปีเป็น 1900 ซึ่งน้อยกว่าปี 1980 DOS จึงตั้งวันที่ใหม่ให้กับ System Date แต่ทั้งนี้นาฬิกาของ RTC ยังคงเป็นปี 1900 เหมือนเดิม เพราะ DOS จะไม่ไปยุ่งกับ RTC

จากเหตุการณ์ดังนี้ จะทำให้เกิดปัญหา Y2K ขึ้นมาได้ 2 จุดด้วยกันคือ

1. หลังจากเที่ยงคืนของวันที่ 31 ธันวาคม ปี ค.ศ. 1999 เป็นต้นไป โปรแกรมคอมพิวเตอร์ใดก็ตามหากสอบถามวันที่โดยการอ่านค่าโดยตรงจาก RTC หรือสอบถามจาก BIOS จะได้ค่าปีที่ผิดเสมอ จนกว่าจะมีการตั้งค่าปีใหม่

2. หลังจากพีซีเครื่องนั้นถูกรีเซตแล้ว โปรแกรมใดก็ตาม หากถามเวลาผ่าน DOS ก็จะได้วันที่เป็น 4 มกราคม ค.ศ. 1980 ไปเสมอ

ปัญหานี้เรียกว่าปัญหาการข้ามผ่านเข้าสู่ปี 2000 (Year 2000 Rollover Problem) ของ RTC

ปัญหา Award BIOS 4.50G

อีกปัญหาหนึ่งที่พบบ้างในเครื่องพีซีและมีผลกระทบต่อการแก้ปัญหา Y2K คือมี BIOS อยู่กลุ่มหนึ่งของบริษัท Award Software International Inc. ที่ทำงานผิดพลาดในเรื่องการตรวจสอบค่าปีระหว่างการบูต

เหตุเกิดจากโปรแกรมเมอร์ของ Award ที่หวังดีต่อผู้ใช้ได้เพิ่มโปรแกรมสำหรับตรวจสอบค่าวันที่ใน RTC (Date Validation) ว่าอยู่ในช่วงที่ควรจะเป็นหรือไม่ หากอยู่นอกเงื่อนไขอาจแปลได้ว่านาฬิกาใน RTC ตาย BIOS ก็จะใส่ค่าที่รู้แน่ ๆ ว่าไม่ผิดลงไป

โดยเงื่อนไขของโปรแกรมเมอร์คนนี้คือ หากปี ค.ศ. (ดูเฉพาะปี) ของ RTC ขณะกำลังบูตเครื่องน้อยกว่า 1994 ซึ่งเป็นปีที่พัฒนา BIOS รุ่นนี้พอดี แสดงว่า RTC ไม่เดิน ก็จะให้ BIOS ใส่ค่า 1994 ลงไปใน RTC ให้แทน แต่ถ้าปีมากกว่า 1994 ก็จะไม่ทำอะไร

แต่พอเขียนโปรแกรมจริง ๆ อาจเป็นเพราะความขี้เกียจหรือต้องการประหยัด แทนที่จะนำตัวเลขปีใน RTC ทั้ง 4 หลักมาคิด กลับนำเฉพาะ 2 หลักท้ายของเลขปีมาใช้คำนวณ เช่นปี 1993 ก็เอาเฉพาะเลข 93 มา ไม่นำเอาข้อมูลเลข 19 มาด้วย เวลาเปรียบเทียบก็เปรียบเทียบกับเฉพาะ 94 ไม่ใช่ 1994 และเวลาแก้ก็จะแก้เฉพาะ 2 หลักท้ายของ RTC

ตัวอย่างเช่น ถ้าเลขปีใน RTC เป็น 1990 เวลาเอา 90 มาเทียบกับ 94 จะพบว่า 90 น้อยกว่า BIOS ก็จะแก้ค่าใน RTC จาก 90 เป็น 94 ให้ กลายเป็นปี 1994 ใน RTC

แต่ถ้านาฬิกาใน RTC เดินผ่านจากปี 1999 ไปเป็นปี 2000 เมื่อมีการบูตเครื่อง BIOS ตัวนี้ก็จะเอาเลข 00 ของ 2000 มาเทียบกับ 94 ซึ่งได้ผลว่าน้อยกว่า ดังนั้น BIOS ก็จะรีบแก้เลข 00 เป็น 94 ทันที กลายเป็นว่าเลขปีใน RTC มีค่าเป็น 2094 แทนที่จะเป็น 2000 พอบูตเครื่องเสร็จ สั่ง DATE ดู ก็จะพบปี 2094 และถึงแม้เราจะแก้ค่าคืนเป็น 2000 พอบูตเครื่องครั้งถัดไป BIOS ก็จะเปลี่ยนกลับไปเป็น 2094 อีกทุกครั้ง

ซึ่งถ้า BIOS รุ่นนี้ไปเจอกับเครื่องที่มีปัญหา การข้ามผ่านเข้าสู่ปี 2000 ของ RTC ซึ่งจะมีเลขปีเป็น 1900 ก็จะยิ่งสับสนเพราะ BIOS จะแก้เลขปีเป็น 1994 ให้

โดยสรุปแล้ว BIOS รุ่นนี้ของ Award จะใช้งานได้เฉพาะช่วงปี 1994 ถึง 1999 (และ 2094 ถึง 2099) เท่านั้น นอกจากนั้นทุกครั้งที่บูตเครื่อง เลขปีจะถูกแก้เป็น 1994 หรือ 2094 เสมอ

ในเว็บไซท์ของ Award ได้กล่าวถึง BIOS รุ่นนี้ของตัวเองไว้ว่า ถูกปล่อยวางตลาดในช่วงตั้งแต่วันที่ 28 เมษายน ค.ศ. 1994 ถึง 31 พฤษภาคม ค.ศ. 1995 รวมเวลากว่า 1 ปี โดย BIOS ส่วนมากจะถูกส่งไปให้ผู้ผลิตเมนบอร์ดทั่วโลก ซึ่งกว่าที่ผู้ผลิตเมนบอร์ดจะเลิกผลิต BIOS รุ่นดังกล่าวอาจจะใช้เวลาคล้อยหลังไปอีกหลายเดือนก็ได้

ดังนั้นหากเครื่องพีซีของคุณใช้ BIOS ของ Award ที่มี Date Code (แสดงบนจอขณะบูต) อยู่ในช่วงวันที่ดังกล่าว ก็มีโอกาสสูงว่าจะเจอกับ BIOS เจ้าปัญหาเข้าให้แล้ว

จากการสำรวจของบริษัท อาร์ แอนด์ ดี คอมพิวเตอร์ ซิสเท็ม จำกัด พบว่าในประเทศไทยของเรามีเครื่องที่มีปัญหา BIOS Award นี้มากพอสมควร พบทั่วไปในเครื่องระดับ 486 และเพนเทียม โดยมากจะมีหมายเลข Version เป็น 4.50G แต่บางครั้งรุ่น 4.50PG และ 4.51G ก็มีเป็นปัญหาบ้างเหมือนกัน

ปัญหาอื่นของ RTC และ BIOS

เนื่องจากในช่วงก่อนหน้านี้ บริษัทที่ผมทำงานอยู่ คือ บริษัท อาร์ แอนด์ ดี คอมพิวเตอร์ ซิสเท็ม จำกัด มีโครงการจะออกผลิตภัณฑ์แก้ปัญหา Y2K ผมได้รับมอบหมายให้สำรวจดูปัญหาทั้งหมดของ Y2K ในเครื่องพีซีว่ามีอะไรอยู่บ้าง ซึ่งนอกจาก 2 ปัญหาข้างต้น คือปัญหาการข้ามผ่านเข้าสู่ปี 2000 ของ RTC และปัญหา BIOS ของ Award แล้ว ยังพบว่ามีปัญหาแปลก ๆ อีก 2 เรื่อง

เรื่องแรก พบปัญหาว่า BIOS บางรุ่นของ Phoenix ทำงานไม่ตรงตามมาตรฐาน คืออินเตอร์รัพต์ 1Ah มีการส่งผ่านค่าที่ผิดพลาด ทำให้ไม่สามารถใช้ซอฟต์แวร์พวกโปรแกรมทดสอบปัญหา Y2K ได้ เช่นพอ Run แล้วโปรแกรมจะแจ้งว่า Error แล้วหยุดทำงานทันที ปัญหานี้จะไม่เกิดกับการใช้งานในชีวิตจริง แต่เวลามาทดสอบปัญหา Y2K แล้วจะไม่ผ่าน บอกว่าเครื่องมีปัญหา และถึงแม้จะเอาซอฟต์แวร์แก้ไขปัญหา Y2K มาติดตั้งแล้วก็ยังทดสอบไม่ผ่านอยู่ดี ทั้ง ๆ ที่ไม่เกี่ยวกับปัญหาปี 2000 เลย (ฮาร์ดแวร์การ์ดแก้ปัญหา Y2K ของ อาร์ แอนด์ ดี จะช่วยแก้ปัญหานี้ได้)

เรื่องที่สอง พบปัญหาใน RTC ของชิปเซตบางรุ่น ปัญหาจะเกิดในวันที่ 28 กุมภาพันธ์ เมื่อเราตั้งวันที่และเวลาให้กับ RTC ใกล้เวลาเที่ยงคืนมาก ๆ เช่นเหลือแค่ 1 วินาทีจะเที่ยงคืน RTC จะปรับตัวไม่ทัน ทำให้การคำนวณปีอธิกสุรทินผิดพลาด แทนที่จะเดินไปเป็นวันที่ 29 กุมภาพันธ์ จะกลายเป็น 1 มีนาคม แทน คาดว่าเกิดจากข้อจำกัดของการคำนวณภายในของ RTC เองที่ต้องการเวลาสำหรับการชดเชยวันในเดือนกุมภาพันธ์อย่างน้อย 1 ถึง 2 วินาที และคาดว่าปัญหานี้อาจเกิดกับวันที่ที่ตรงกับวันสิ้นเดือนของเดือนอื่น ๆ ด้วย

จุดนี้จะไม่เป็นปัญหาเลยหากเราใช้งานเครื่องพีซีไปตามปกติ แต่จะเป็นปัญหาทันทีกับโปรแกรมทดสอบปัญหาปี 2000 ซึ่งจะต้อง

มีการตั้งวันที่เพื่อทดสอบว่าเครื่องพีซีสามารถเดินผ่านเข้าวันที่ 29 กุมภาพันธ์ ปี 2000 ได้หรือไม่ หากผู้พัฒนาโปรแกรมทดสอบมีประสบการณ์มากหน่อยก็จะตั้งเวลาทดสอบไว้ก่อนเที่ยงคืนประมาณ 5 วินาที แต่ผู้พัฒนาบางคนใจร้อนให้เวลาแค่ 1 ถึง 2 วินาที ซึ่งบางครั้ง RTC ก็จะเดินทัน บางครั้งก็จะเกิด Error บางครั้ง RTC ยังไม่ทันถูกตั้งนาฬิกาเลย แต่หมดเวลา 1 วินาทีพอดี เหล่านี้คือปัญหาที่เกิดขึ้นกับโปรแกรมทดสอบปัญหา Y2K โปรแกรมเมอร์ที่เขียนโปรแกรมทดสอบ ที่พอเข้าใจก็จะรู้ว่าอันนี้ไม่ใช่ปัญหาของ RTC แต่เป็น Bug ของโปรแกรม ก็จะแก้ไขโปรแกรมให้ เช่น โปรแกรม Ymark2000 แต่โปรแกรมเมอร์บางคนเข้าใจผิดคิดว่า RTC มีปัญหาเรื่องการคิดชดเชยปีอธิกสุรทิน ก็จะเหมาว่าโปรแกรมของตัวเองเก่งกว่าของคนอื่น สามารถตรวจจับปัญหาเรื่องปีอธิกสุรทินได้ ทั้ง ๆ ที่จริงแล้วในเครื่องพีซีไม่มีเครื่องใดเลยที่ RTC จะมีปัญหาปีอธิกสุรทิน โปรแกรมที่มีปัญหานี้ได้แก่ YES2K

การแก้ปัญหา Y2K ของ RTC และ BIOS

จากที่กล่าวมาทั้งหมดจะเห็นว่าปัญหา Y2K ของเครื่องพีซีที่เป็นเรื่องของฮาร์ดแวร์ มีปัญหาหลักอยู่เพียง 2 เรื่อง คือ RTC ไม่สามารถข้ามผ่านเข้าปี ค.ศ. 2000 ได้ กับ BIOS ของ Award ที่แก้ค่า RTC เป็นปี 2094 เสมอ การแก้ไขจึงต้องแก้ที่สองจุดนี้ ซึ่งวิธีการที่ทำได้มีหลายอย่าง เช่น

1. เปลี่ยนตัว RTC เป็นแบบที่นับปี 4 หลัก การแก้แบบนี้ขึ้นกับว่าเมนบอร์ดสามารถถอดเปลี่ยนโมดูล RTC ได้หรือไม่ ถ้าได้ถือว่าดีที่สุด เพราะ RTC จะเดินเข้าปี ค.ศ. 2000 อย่างเป็นธรรมชาติมากที่สุด แต่ปัญหา BIOS ของ Award จะไม่ถูกแก้ไข (หากมีปัญหา)

2. เปลี่ยน BIOS ซึ่งขึ้นอยู่กับว่า BIOS ของเมนบอร์ดเป็นแบบใด หากเป็น EPROM หรือ ROM ธรรมดา ก็ต้องถอดเปลี่ยนทั้งตัว หากเป็น FLASH Memory ก็สามารถอัพเกรดโดยการใช้ซอฟต์แวร์เขียน BIOS ทับลงไปได้เลย ข้อดีของการแก้แบบนี้คือ เป็นการแก้แบบถาวร สามารถแก้ปัญหา BIOS ของ Award ได้ และแก้ปัญหาการข้ามผ่านเข้าปี ค.ศ. 2000 ได้ แต่อาจมีข้อเสียตรงที่การหา BIOS รุ่นใหม่ที่มีรูทีนแก้ปัญหา Y2K และใช้กับเมนบอร์ดของเราได้จะหาไม่ค่อยได้ แม้ติดต่อไปยังผู้ผลิตเมนบอร์ดเองบางครั้งก็ยังไม่มีข้อมูลอะไรเลย อีกประการหนึ่งการเขียน FLASH ก็มีความเสี่ยงอยู่พอควรหากเกิดข้อผิดพลาดใด ๆ เช่น ไฟดับ BIOS ผิดรุ่น เขียนได้ไม่ครบ จะทำให้เมนบอร์ดนั้นใช้งานไม่ได้อีกเลย เพราะจะไม่มีตัวบูต

3. ติดตั้งซอฟต์แวร์แก้ปัญหา Y2K วิธีนี้จะง่ายและได้ผลพอควรในการแก้ปัญหาการข้ามผ่านเข้าปี ค.ศ. 2000 แต่จะแก้ไขปัญหา BIOS ของ Award ไม่ได้ และมีปัญหาอื่น ๆ เช่น ไม่ถาวร ถูกลบออกจากฮาร์ดดิสก์ได้ ทดสอบด้วยโปรแกรมทดสอบแล้วจะผ่านบ้างไม่ผ่านบ้าง เป็นต้น

4. ติดตั้งการ์ดแก้ปัญหา Y2K ปัจจุบันมีผู้ผลิตแผงวงจรแก้ไขปัญหา Y2K ออกมาหลายราย ซึ่งการแก้ปัญหาแบบนี้มีข้อดี คือ สามารถแก้ปัญหาการข้ามผ่านเข้าปี ค.ศ. 2000 ได้อย่างถูกต้อง ติดตั้งง่าย แต่อาจมีปัญหาเรื่องไม่สามารถแก้ปัญหา BIOS ของ Award ได้ และอาจฉุดกำลังเครื่องพีซีลงไปบ้างเมื่อเทียบกับการแก้ปัญหาโดยการเปลี่ยน BIOS ยกเว้นแผงวงจรบางรุ่นที่จะแก้ปัญหา BIOS ของ Award ได้อย่างถูกต้อง และมีการฉุดกำลังของเครื่องต่ำมาก (เฉลี่ยต่ำกว่า 0.03%) ซึ่งไม่แตกต่างจากการแก้ปัญหาโดยการเปลี่ยน BIOS เลย เช่นแผงวงจร Y2K Pass! ของ อาร์ แอนด์ ดี เป็นต้น ในด้านความคงทนถาวร การแก้ปัญหาโดยติดตั้งการ์ดก็ถาวรพอกับการเปลี่ยน BIOS และดีกว่าการเปลี่ยน BIOS ตรงที่การ์ดรุ่นเดียวสามารถใช้แก้ปัญหาได้ทั่วทั้งองค์กร ในขณะที่การเปลี่ยน BIOS ต้องจัดหา BIOS มาให้ตรงกับรุ่นของเครื่องแต่ละเครื่อง (ในองค์กรหนึ่งอาจต้องจัดหา BIOS แตกต่างกันถึง 50 รุ่น)

5. เปลี่ยนเมนบอร์ดหรือเปลี่ยนเครื่องพีซี วิธีนี้ย่อมดีที่สุดสำหรับผู้ที่ต้องการจะอัพเกรดเครื่องอยู่แล้ว แต่ไม่เหมาะเลยสำหรับองค์กรที่มีงบประมาณจำกัด

ปัญหายังมีต่อที่ซอฟต์แวร์และข้อมูล

ที่กล่าวมาทั้งหมดนี้เป็นเพียงปัญหาเดียวในปัญหา Y2K ของเครื่องพีซี คือปัญหาของฮาร์ดแวร์ ถัดจากการแก้ไขปัญหาฮาร์ดแวร์คือคุณจะต้องตรวจสอบและแก้ไขปัญหาของซอฟต์แวร์ เช่น โอเอส โปรแกรมสำเร็จรูป โปรแกรมประยุกต์ และพวกไดรเวอร์ต่าง ๆ และสุดท้ายคือคุณจะต้องตรวจสอบและแก้ไขข้อมูลที่ใช้งานอยู่ว่ามีปัญหาปี 2000 หรือไม่ เช่น แฟ้มฐานข้อมูล แฟ้มสเปรดชีต และอื่น ๆ

จะเห็นว่างานแก้ปัญหา Y2K ในเครื่องพีซีไม่ใช่เรื่องง่าย ๆ แต่เป็นงานที่ต้องใช้เวลา ตอนนี้เวลาเหลืออยู่แค่สี่ร้อยกว่าวันก็จะถึงปี 2000 แล้ว สำหรับท่านที่ยังไม่ได้เริ่มต้น ผมขอให้ท่านเริ่มเสียแต่วันนี้ หากท่านเริ่มไปบ้างแล้ว ผมขอให้กำลังใจให้ทำสำเร็จ

หวังว่าผมและทุกท่านคงพบกันและมีความสุขเมื่อถึงปี ค.ศ. 2000 นะครับ